

А. В. Румянцева, А. А. Курганская, А. Е. Семерикова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

The article discusses the problems of processing waste from industrial enterprises. To solve these problems, large national environmental projects in the field of waste management are being implemented in Russia. A comparative analysis of Russian technologies with the Swiss technology «Hitachi Zosen Inova» has been carried out. Conclusions are drawn about the possibility of using Russian technologies for waste disposal.

Решение проблемы загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления является приоритетным направлением для улучшения качества жизни населения в рамках формирования устойчивого развития стран мира и создания условий для функционирования экономики замкнутого цикла.

На рисунке представлена динамика образования, утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления в Российской Федерации за 2003–2019 гг. По данным рисунка видно, что в период с 2003 по 2019 гг. объем образования отходов производства и потребления увеличился с 2,6 млрд т до 7,8 млрд т или на 200 %. Уровень утилизации и обезвреживания отходов также увеличился в три раза в 2019 г., однако в относительном выражении доля отходов производства и потребления, подвергшихся утилизации и обезвреживанию, осталась на уровне 50 %. Значительную долю отходов производства и потребления занимают отходы промышленных предприятий. Ежегодно лидером по образованию отходов является экономический сектор по добыче полезных ископаемых.

Для решения проблемы утилизации отходов и формирования экономики замкнутого цикла в РФ ведутся реформы и реализуются экологические программы для снижения воздействия на окружающую среду.



Рис. Динамика образования, утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления в РФ, млн т [1]

В рамках национального проекта «Экология» реализуются три проекта, связанных с решением проблем в области обращения с отходами («Чистая страна», «Комплексная система обращения с ТКО» и «Инфраструктура для обращения с отходами I–II классов опасности»). Приоритетными направлениями деятельности в рамках национального проекта в области обращения с отходами I–V класса опасности являются: ликвидация несанкционированных свалок и наиболее опасных объектов накопленного экологического вреда, увеличение доли утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления; а также введение в эксплуатацию семи производственно-технических комплексов по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов I–II класса опасности [2]. С применением отечественной продукции в 2019 г. в девяти регионах введено в эксплуатацию одиннадцать предприятий с мощностью обработки твердых коммунальных отходов около 2,3 млн т в год [3].

Однако в рамках национальных проектов средства чаще всего инвестируют в устаревшие иностранные технологии, несмотря на то, что существуют запатентованные российские разработки, имеющие успешные проектные решения и требующие меньших капитальных вложений [4]. Рассмотрим некоторые примеры таких технологий. В таблице 1 представлен

сравнительный анализ технологий по переработке отходов с получением энергии.

Таблица 1

Сравнительный анализ технологий по переработке отходов

Критерий сравнения	Завод по безотходной переработке в печи Ванюкова, Россия	ООО «Гринэнерго», Россия	ЭКУОТ, ООО «ОЗОМ», Россия	Hitachi Zosen Inova, Швейцария**
Технология переработки ТБПО	Высокотемпературный пиролиз	Дуплексный пиролиз	Низкотемпературный пиролиз	Колосниковое сжигание при подаче метана и воздуха
Производительность, в год	240 тыс. т	7–7,5 тыс. т, в проекте завод на 100 тыс. т	5 тыс. т	220 тыс. т
Конечная продукция	Тепловая энергия, от утилизации шлаков (минеральные плиты, балласт для дорог), угольная кислота	Электро-, тепловая энергия, синтетическая нефть, горючий газ, пироуголь	Средний дистиллят, технический углерод, синтез-газ	Электроэнергия
Получаемая электроэнергия, тепло из 1 тонны вторсырья	0.001 МВт тепла	250–300 кВт·ч, до 0,25 МВт тепла	400 кВт·час электро-, и тепловой энергии	0,3 кВт·ч, 0,0004 МВт тепла
Ограничение по составу	нет	Нет	Стекло, металл, бетон	Стекло, металл, кислые гудроны
Экологическое воздействие (удельные выбросы)	Выбросы диоксинов и фуранов практически отсутствуют, пыль (1,5 мг/нм ³), SO ₂ (5 мг/нм ³), HCl (4 мг/м ³)	Практически отсутствует	Утилизация от объема загруженного сырья 90–93 %	HCl (2,7 мг/м ³), SO ₂ (1 мг/м ³), пыль (1 мг/м ³), Hg (0,0025 мг/м ³), возможно образование диоксинов, фуранов
Остатки для захоронения на полигонах	нет	Нет	Нет	18 %
Капитальные вложения	127538 тыс. долл.	40 млн руб.	160 млн руб.	200 млн шв. Франков
Окупаемость проекта	4,6 года	3–5 лет	3–5 лет	15 лет

*Составлено авторами по [5–8].

**Представлены данные по МСЗ в г. Перлен, Швейцария.

У всех патентов в основе технологии лежит процесс термического разложения исходного сырья с целью получения продуктов реакции, которые в

дальнейшем будут использоваться в качестве готовой продукции. Одним из преимуществ данных технологий является их универсальность. Предприятия различных отраслей могут перерабатывать разнородные промышленные и бытовые отходы с получением не только вторичных продуктов, но и вырабатывать электрическую и тепловую энергию, тем самым повышая энергоэффективность и снижая себестоимость основной продукции. Особенно эффективно использовать переработку предприятиям, которые производят отходы I–II классов опасности, сложных в утилизации по отдельности.

Был проведен анализ представленных технологий российской разработки с 90–100 % отечественных комплектующих в сравнении со швейцарским патентом *Hitachi Zosen Inova*, по которому строятся мусоросжигательные заводы в России. С точки зрения экологического воздействия на окружающую среду наиболее приемлемой является технология компании ООО «Гринэнерго». Благодаря глубокой переработке отходов, исключаяющей горение, не образуются токсичные вещества, а все полученные продукты имеют потребительские свойства, тем самым нет необходимости в захоронении отходов на полигонах. В разрезе универсальности используемого сырья и разнообразия полученных из него конечных продуктов также выигрывает «Гринэнерго». Наибольшее количество энергии – 400 кВт·час электро-, и теплоэнергии из одной тонны отходов, можно получить по технологии ЭКУОТ, компании ООО «ОЗОМ».

Для обоснования экономической целесообразности внедрения технологий по переработке отходов с получением энергии необходимо проанализировать данные конкретного предприятия. В таблице 2 представлены данные годового отчета за 2019 год ПАО «Сибур Холдинг» по производству и потреблению сырьевых и энергетических ресурсов, которые были использованы для анализа внедрения технологий, представленных в таблице 1.

По мнению авторов, технология дуплексного пиролиза ООО «Гринэнерго» является наиболее релевантной для ПАО «Сибур Холдинг» при возможности увеличения мощности загрузки вторсырья. По средним ценам 2020 г. на электро- и теплоэнергию для промышленных предприятий «Сибур Холдинг» может

сэкономить около 6,5 млн руб. за счет компенсации тепловой и электрической энергии без учета реализации синтетической нефти, горючего газа, пироуголя.

Таблица 2

Производство и потребление сырьевых и энергетических ресурсов [9]

Показатели	ПАО «Сибур Холдинг»
Объем образованных отходов, тыс. т	63,8
– в т. ч. I-IV класс опасности, тыс. т	42,3
Потребление тепловой энергия, млн ГДж	97,3
– в т. ч. произведено, млн ГДж	82,7
Потребление электроэнергии, млн. ГДж	33,6
– в т. ч. произведено, млн ГДж	10,5

Выбор внедрения технологии для переработки отходов должен зависеть от количества производимых предприятием отходов, специфики деятельности (для учета ограничений по составу сырья), наличия рынка сбыта конечной продукции, а также финансовых, трудовых ресурсов для осуществления проекта. Представленные российские технологии более адаптированы к использованию на внутреннем рынке, чем технология *Hitachi Zosen Inova*, и по различным экологическим и экономическим показателям превосходят иностранный патент, по которому в рамках национального проекта «Экология» в данный момент строятся 4 мусоросжигательных завода и еще планируется строительство 25 заводов [10].

Создание инфраструктуры для устойчивого развития в области обращения с отходами на сегодняшний день является одной из приоритетных задач. Развитие рыночной конкуренции в секторе переработки отходов на внутреннем рынке может стать катализатором технологического прогресса в области решения экологических проблем. По мнению авторов, в связи с напряженной экономической ситуацией, а также с целью поддержания российских производителей инновационного оборудования, более целесообразны инвестиции в технологии, соблюдающие принцип импортозамещения. Для

успешной реализации национальных экологических проектов и построения экономики замкнутого цикла необходим комплексный подход к подбору технологий, которые будут учитывать особенности российской экономики и производства, а также максимально эффективны с точки зрения экономических, экологических сырьевых и других факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная служба государственной статистики, официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения 01.04.2021).
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году». Министерство природных ресурсов и экологии РФ, официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <file:///C:/Users/User/Downloads/Госдоклад.pdf> (дата обращения 01.04.2021).
3. Министерство промышленности и торговли, официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minpromtorg.gov.ru/projects/general/ecology/> (дата обращения 01.04.2021).
4. Почему Россия, являясь абсолютным лидером в части научных достижений в области утилизации мусора, закупает подобные технологии за рубежом? // Экологический вестник России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/3214-pochemu-rossiya-yavlyayas-absolyutnym-liderom-v-chasti-nauchnykh-dostizhenij-v-oblasti-utilizatsii-musora-zakupayet-podobnye-tehnologii-za-rubezhom> (дата обращения 01.04.2021).
5. Arpo Trade. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://arpotrade.com/wp-content/uploads/01_05_Othodi_2_ru.pdf (дата обращения 01.04.2021)
6. Инфобио. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.infobio.ru/sites/default/files/prezentaciya_proektov_s_tehnologiy_grinernergo_.pdf (дата обращения 01.04.2021).

7. Общероссийское отраслевое объединение работодателей сферы жизнеобеспечения. Реестр новых технологий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn--80awhdgm.xn--flaianaao.xn--p1ai/reestry/reestr-novykh-tekhnologiy.php> (дата обращения 01.04.2021).

8. Наиболее доступные отечественные технологии переработки бытовых отходов и проблемы их использования в России // Rednum [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regnum.ru/news/polit/2667893.html> (дата обращения 01.04.2021).

9. Годовой отчет об устойчивом развитии за 2019 г. ПАО «Сибур Холдинг», официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://investors.sibur.com/~media/Files/S/Sibur-IR/reports/SIBUR_SR19_RUS.pdf (дата обращения 01.04.2021).

10. ЗиО-Подольск и Hitachi Zosen Inova поставят АО «РТ-Инвест» оборудование для заводов по термической переработке отходов в энергию // Росатом. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rosatom.ru/journalist/news/zio-podolsk-i-hitachi-zosen-inova-postavyat-ao-rt-invest-oborudovanie-dlya-zavodov-po-termicheskoy-p/> (дата обращения 01.04.2021).